Nicht für den Prüfling bestimmt

I Erläuterungen

Voraussetzungen gemäß KCBG und Abiturerlassen BG jeweils in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung

Standardbezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Kompetenzbereiche sind für die Bearbeitung der jeweiligen Aufgabe besonders bedeutsam. Darüber hinaus können weitere, hier nicht ausgewiesene Kompetenzbereiche für die Bearbeitung der Aufgabe nachrangig bedeutsam sein, zumal die Kompetenzbereiche in engem Bezug zueinanderstehen. Die Operationalisierung des Bezugs zu den Kompetenzbereichen des Standardbezugs erfolgt in Abschnitt II.

Aufgabe	Kompetenzbereiche				
	K1	K2	K3	K4	K5
1.1			X		
1.2	X	X			
1.3.1	X				
1.3.2		X			
2.1	X	X			
2.2.1			X		
2.2.2		X			
3.1				X	
3.2				X	
3.3				X	
4.1.1	X				
4.1.2		X			
4.2		X			

Inhaltlicher Bezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Themenfelder sind die wesentliche inhaltliche Grundlage für die vorliegenden Aufgaben. Darüber hinaus können weitere, hier nicht explizit ausgewiesene Themenfelder für die Bearbeitung nachrangig bedeutsam sein.
Q1: Wichtige Kohlenstoffverbindungen in Labor und Technik
Q2: Instrumentelle Analysetechniken
Q3: Redoxreaktionen, Elektrochemie und Energetik
verbindliche Themenfelder: Aliphatische Kohlenstoffverbindungen (Q1.1), Aromatische Kohlenstoffverbindungen (Q1.2), Gaschromatographie (Q2.2), Redoxreaktionen und Elektrochemie (Q3.1)

II Lösungshinweise

In den nachfolgenden Lösungshinweisen sind alle wesentlichen Gesichtspunkte, die bei der Bearbeitung der einzelnen Aufgaben zu berücksichtigen sind, konkret genannt und diejenigen Lösungswege aufgezeigt, welche die Prüflinge erfahrungsgemäß einschlagen werden. Selbstverständlich sind jedoch Lösungswege, die von den vorgegebenen abweichen, aber als gleichwertig betrachtet werden können, ebenso zu akzeptieren.

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE**		
		I	**II**	**III**
1.1	benennen Elektrophile Substitution entwickeln 1. Herstellung des Elektrophils $HNO_3 + 2H_2SO_4 \rightarrow NO_2^+ + H_3O^+ + 2HSO_4^-$ 2. Elektrophile Substitution $+ H_2SO_4$	1	3	1
1.2	diskutieren Beide Methylgruppen wirken aufgrund ihres positiven induktiven Effektes (+I-Effekt) ortho- und para-dirigierend. Die Substitution in meta-Stellung ist daher weniger wahrscheinlich. Das in 1.1 hergestellte Produkt wird häufig auftreten, da hier die Nitrogruppe für beide Methylgruppen in ortho-Stellung eingeführt wird. Die andere ortho-Stellung der einen CH_3-Gruppe ist bei der anderen CH_3-Gruppe die para-Stellung und umgekehrt. Somit wird die Nitrogruppe voraussichtlich auf den jeweils anderen Seiten der Methylgruppen auch häufig eingeführt werden, und zwar noch häufiger als zwischen den Methylgruppen, da hier die Einführung eines weiteren Substituenten sterisch gehindert ist.			3

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
1.3.1	formulieren Oxidation: – 6 ·1e⁻ $\overset{+III}{C_8H_9NO_2} + 3\ \overset{0}{H_2} \longrightarrow \overset{-III\ +I}{C_8H_9NH_2} + 2\ \overset{+I}{H_2O}$ Reduktion: + 6e⁻		3	
1.3.2	berechnen $\frac{m}{M} = \frac{I \cdot \eta \cdot t}{z \cdot F}$ $t = \frac{z \cdot F \cdot m}{I \cdot \eta \cdot M} = \frac{z \cdot F \cdot p \cdot V}{I \cdot \eta \cdot R \cdot T}$ $t = \frac{2 \cdot 96\,485 \cdot 1{,}01325 \cdot 2{,}00}{113 \cdot 0{,}520 \cdot 0{,}08314 \cdot 298{,}15} \frac{\mathrm{A \cdot s \cdot bar \cdot L \cdot mol \cdot K}}{\mathrm{mol \cdot A \cdot bar \cdot L \cdot K}}$ $t = 268\,\mathrm{s} = 4{,}47\,\mathrm{min}$	3		
	Summe 14	**4**	**6**	**4**

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
2.1	erläutern Bei der Reaktion findet zunächst eine Addition statt. Das 2,6-Xylidin wirkt hier als Nucleophil. Der nucleophile Angriff erfolgt durch das freie Elektronenpaar der Aminogruppe am partiell positiv geladenen Kohlenstoff der Carbonylgruppe. Ein Proton der Aminogruppe und das Chloridion des Säurechlorids werden in der anschließend folgenden Eliminierung als Hydrogenchlorid abgetrennt.		2	
	erörtern Liegt statt des Säurechlorids die Chlorethansäure vor, so findet eine Säure-Base-Reaktion statt. Die Aminogruppe wirkt basisch, und das Proton der Säure bindet an das freie Elektronenpaar. Somit stehen nicht mehr so viele Nucleophile für die Reaktion zur Verfügung. Zudem ist der Kohlenstoff in der Carboxylatgruppe nicht so stark positiviert, was ebenfalls einen nucleophilen Angriff erschwert.			2

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
2.2.1	entwickeln		1	3
2.2.2	skizzieren Energie, E_1, E_2, Zeit erläutern Es handelt sich um eine nucleophile Substitution zweiter Ordnung. Zu Beginn liegen die Edukte in einem Energiezustand E_1 vor. Das Nucleophil Diethylamin nähert sich dem Substrat an, die Energie steigt. Wenn sich das Nucleophil dem Substrat stark angenähert hat, bildet sich ein instabiler Übergangszustand. Dabei bildet das Substrat mit dem Nucleophil eine Wechselwirkung aus, während die Bindung zur Abgangsgruppe, dem Chloridion, abgeschwächt wird. Das Andocken des Nucleophils und die Abspaltung der Abgangsgruppe erfolgen also gleichzeitig. Der Übergangszustand bildet im Energiediagramm das Maximum. Die Energie sinkt wieder, wenn sich die Abgangsgruppe löst und entfernt, und schließlich liegen die Produkte im Energiezustand E_2 vor. Dieser liegt niedriger als der Zustand der Edukte, da es sich um eine exotherme Reaktion handelt, bei der das System Energie an die Umgebung abgibt.	3	2	
	Summe 13	**3**	**5**	**5**

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE**		
		I	**II**	**III**
3.1	erläutern Bei der qualitativen Analyse handelt es sich um die Identifikation von Stoffen, während sich die quantitative Analyse mit dem Gehalt eines Stoffes in einem Gemisch beschäftigt.		1	
	zuordnen Qualitativ: Mittels der Retentionszeit lässt sich ein Stoff identifizieren, da die jeweilige Aufenthaltsdauer in der Säule aufgrund der Wechselwirkungen zwischen der entsprechenden Substanz in der mobilen Phase und den Molekülen der stationären Phase stoffspezifisch ist. Quantitativ: Mittels der Peakfläche (alternativ Peakhöhe) lässt sich die Menge eines Stoffes bestimmen, da das Detektorsignal proportional zu ihr ist.		2	
3.2	nennen Gepackte Säule	1		
	beschreiben Die Kapillarsäule besteht aus einer Quarzkapillare, die außen mit einer Polymerschicht überzogen ist. Innen kann sie entweder mit einem festen Trägermaterial, mit festem Trägermaterial und einer flüssigen Schicht oder nur mit einer flüssigen Schicht versehen sein. Die gepackte Säule besteht außen aus einem festen Material, z. B. Stahl, in das feste Trägerpartikel aus z. B. Kieselgur eingefüllt sind. Diese sind mit einer flüssigen Phase bedeckt.		2	
	begründen Die Kapillarsäule kann wegen ihrer erhöhten Trennleistung bevorzugt zum Einsatz kommen.			1
3.3	erläutern Die Bodenzahl beschreibt die Anzahl der Gleichgewichtseinstellungen der zu trennenden Substanz zwischen stationärer und mobiler Phase in der Säule. Je höher die Bodenzahl umso besser ist die Trennleistung.		2	
	berechnen $N = 16 \cdot \left(\frac{t_R}{w_B}\right)^2 = 16 \cdot \left(\frac{4{,}79\ \text{min}}{0{,}13\ \text{min}}\right)^2 = 21722$	2		
	Summe 11	**3**	**7**	**1**

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE**		
		I	**II**	**III**
4.1.1	beschreiben Der WLD besteht aus einem thermostatisierten Metallblock mit zwei gleich aufgebauten Messzellen. Eine der Zellen wird von Trägergas mit Probe durchströmt, die Vergleichszelle wird von reinem Trägergas durchströmt. In beiden Zellen befindet sich jeweils ein Heizdraht, der auf eine höhere Temperatur geheizt wird als der ihn umgebende Block. Es findet daher ein Wärmestrom von den Heizdrähten durch die Gasströme zum Metallblock statt, der von der Wärmeleitfähigkeit und damit von der Zusammensetzung der Gase abhängig ist. Änderungen in der Zusammensetzung des Messgases verursachen daher Temperaturänderungen in der Messzelle und damit eine Änderung des elektrischen Widerstands in den Heizdrähten. Eine Temperaturdifferenz zwischen den Drähten wird daher als Differenz der Widerstände registriert. Diese Differenz ist umso größer je höher die Analytkonzentration im Trägergas ist.	3		
4.1.2	bestätigen $n(\mathrm{H_2O}) = \frac{m}{M} = \frac{0{,}9002\,\mathrm{g}\cdot\mathrm{mol}}{18{,}02\,\mathrm{g}}$ $n(\mathrm{H_2O}) = 4{,}996\cdot 10^{-2}\,\mathrm{mol}\ //\ n(\mathrm{H}) = 2\cdot n(\mathrm{H_2O}) = 9{,}992\cdot 10^{-2}\,\mathrm{mol}$ $n(\mathrm{CO_2}) = \frac{3{,}5199\,\mathrm{g}\cdot\mathrm{mol}}{44{,}01\,\mathrm{g}} = 7{,}998\cdot 10^{-2}\,\mathrm{mol}\ //\ n(\mathrm{C}) = n(\mathrm{CO_2}) = 7{,}998\cdot 10^{-2}\,\mathrm{mol}$ $n(\mathrm{N_2}) = \frac{0{,}5634\,\mathrm{g}\cdot\mathrm{mol}}{28{,}02\,\mathrm{g}} = 2{,}011\cdot 10^{-2}\,\mathrm{mol}\ //\ n(\mathrm{N}) = 2\cdot n(\mathrm{N_2}) = 4{,}022\cdot 10^{-2}\,\mathrm{mol}$ $m(\mathrm{O}) = m(\mathrm{Probe}) - m(\mathrm{H}) - m(\mathrm{C}) - m(\mathrm{N})$ $m(\mathrm{O}) = m(\mathrm{Probe}) - n(\mathrm{H})\cdot M(\mathrm{H}) - n(\mathrm{C})\cdot M(\mathrm{C}) - n(\mathrm{N})\cdot M(\mathrm{N})$ $m(\mathrm{O}) = 1{,}9419\,\mathrm{g} - (9{,}992\cdot 1{,}01 + 7{,}998\cdot 12{,}01 + 4{,}022\cdot 14{,}01)\cdot 10^{-2}\,\mathrm{mol}\cdot\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{mol}}$ $m(\mathrm{O}) = 0{,}3169\,\mathrm{g}$ $n(\mathrm{O}) = \frac{m(\mathrm{O})}{M(\mathrm{O})} = \frac{0{,}3169\,\mathrm{g}\cdot\mathrm{mol}}{16{,}00\,\mathrm{g}} = 1{,}981\cdot 10^{-2}\,\mathrm{mol}$ $\frac{n(\mathrm{C})}{n(\mathrm{O})} = \frac{7{,}998\cdot 10^{-2}\,\mathrm{mol}}{1{,}981\cdot 10^{-2}\,\mathrm{mol}} = 4{,}04$ $\frac{n(\mathrm{H})}{n(\mathrm{O})} = \frac{9{,}992\cdot 10^{-2}\,\mathrm{mol}}{1{,}981\cdot 10^{-2}\,\mathrm{mol}} = 5{,}04$ $\frac{n(\mathrm{N})}{n(\mathrm{O})} = \frac{4{,}022\cdot 10^{-2}\,\mathrm{mol}}{1{,}981\cdot 10^{-2}\,\mathrm{mol}} = 2{,}03$ $\Rightarrow n(\mathrm{C}) : n(\mathrm{H}) : n(\mathrm{N}) : n(\mathrm{O}) = 4 : 5 : 2 : 1 \Rightarrow$ Verhältnisformel $C_4H_5N_2O_1$ Aus der Verhältnisformel ist die Summenformel von Koffein $C_8H_{10}N_4O_2$ durch Verdoppelung erhältlich. Somit scheint die Probensubstanz reines Koffein zu sein, das für das Ansetzen der Standardlösung verwendet werden kann.		3	2

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE I**	**BE II**	**BE III**
4.2	prüfen Eine lineare Regression (A = a + b $\cdot \beta$) ergibt folgende Parameter: a = –4,9 cts und b = 66,075 cts·mL/mg Für die Probe errechnet sich daraus ein Gehalt von $\beta(\text{X}) = \frac{A(\text{X}) - \text{a}}{\text{b}} = \frac{(842{,}0\,\text{cts} - (-4{,}9\,\text{cts}))\text{mg}}{66{,}075\,\text{cts} \cdot \text{mL}} = 12{,}8\,\frac{\text{mg}}{\text{mL}}$		1	2
	beurteilen Da der ermittelte Wert höher als der vom IOC angegebene Grenzwert 12,0 mg/mL liegt, ist der Proband positiv auf Koffein getestet.			1
	Summe 12	**3**	**4**	**5**

III Bewertung und Beurteilung

Die Die Bewertung und Beurteilung erfolgt unter Beachtung der nachfolgenden Vorgaben nach § 33 der Oberstufen- und Abiturverordnung (OAVO) in der jeweils geltenden Fassung. Bei der Bewertung und Beurteilung der sprachlichen Richtigkeit in der deutschen Sprache sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 12 Satz 3 OAVO in Verbindung mit Anlage 9b anzuwenden.

Bei der Bewertung und Beurteilung der Übersetzungsleistung in den Fächern Latein und Altgriechisch sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 14 OAVO in Verbindung mit Anlage 9c anzuwenden.

Der Fehlerindex ist nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO zu berechnen. Für die Ermittlung der Punkte nach Anlage 9a zu § 9 Abs. 12 OAVO sowie Anlage 9c zu § 9 Abs. 14 OAVO wird jeweils der ganzzahlige nicht gerundete Prozentsatz bzw. Fehlerindex zugrunde gelegt.

Für die Bewertung in den modernen Fremdsprachen ist der „Erlass zur Bewertung und Beurteilung von schriftlichen Arbeiten in allen Grund- und Leistungskursen der neu beginnenden und fortgeführten modernen Fremdsprachen in der gymnasialen Oberstufe, dem beruflichen Gymnasium, dem Abendgymnasium und dem Hessenkolleg“ vom 7. August 2020 (ABl. S. 519) zugrunde zu legen. Demnach erfolgt die Bewertung und Beurteilung mit der Maßgabe, dass lediglich bei der Ermittlung des Prüfungsergebnisses (Note) aus Prüfungsteil 1 und 2 gerundet wird.

Darüber hinaus sind die Vorgaben der Erlasse „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen (Abiturerlass)“, „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen im beruflichen Gymnasium (fachrichtungs-/ schwerpunktbezogene Fächer) (Abiturerlass BG)“ und „Durchführungsbestimmungen zum Landesabitur“ in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung zu beachten.

Als Kriterien für die Bewertung und Beurteilung dienen unter Beachtung der Zielsetzung der gymnasialen Oberstufe nach § 1 Abs. 2 OAVO neben dem Inhaltlichen auch die in den Kerncurricula genannten überfachlichen Kompetenzen, insbesondere die Sprachkompetenz und Wissenschaftspropädeutik; dies zeigt sich u.a. in qualitativen Merkmalen wie Strukturierung, Differenziertheit, (fach-)sprachlicher Gestaltung und Schlüssigkeit der Argumentation.

Im Fach Chemietechnik besteht die Prüfungsleistung aus der Bearbeitung von zwei Modulen, wofür insgesamt maximal 100 BE vergeben werden können. Ein Prüfungsergebnis von **5 Punkten (ausreichend)** setzt voraus, dass mindestens 45% der zu vergebenden BE erreicht werden. Ein Prüfungsergebnis von **11 Punkten (gut)** setzt voraus, dass mindestens 75% der zu vergebenden BE erreicht werden.

Gewichtung der Aufgaben und Zuordnung der Bewertungseinheiten zu den Anforderungsbereichen

Aufgabe	Bewertungseinheiten in den Anforderungsbereichen			Summe
	AFB I	AFB II	AFB III	
1	4	6	4	**14**
2	3	5	5	**13**
3	3	7	1	**11**
4	3	4	5	**12**
Summe	**13**	**22**	**15**	**50**

Die auf die Anforderungsbereiche verteilten Bewertungseinheiten innerhalb der Aufgaben sind als Richtwerte zu verstehen.